

УДК 535.243.25

*М.Р. Мікаелян, студент гр. ПБ-392мп*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## ОБҐРУНТУВАННЯ СВІТЛОПРИЙМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНОГО ФОТОМЕТРУ

**Анотація.** В даній роботі розкрито шляхи вдосконалення світлоприймальної системи біомедичного фотометру. Як результат, запропоновано електричну схему на базі датчика освітленості та контролера на схемі перетворення I2C. В результаті отримано цифровий пристрій, що дає необхідні показники вимірювання, а саме освітленість та потужність біомедичного сигналу.

**Ключові слова:** спектрофотометрія, фотометр, світлоприймальна система.

### ВСТУП

Метод спектрофотометрії є недорогим і досить швидким. Одна з причин, по якій спектрофотометрія набула поширення - можливість застосування методик аналітичної, токсикологічної хімії, клінічної лабораторної діагностики та біохімії. З метою кількісного визначення специфічних білків та ферментів в біологічних середовищах організму застосовують біохімічні спектрофотометричні методики клінічної лабораторної діагностики. Сучасні спектрофотометри надають широкі можливості для визначення різних матеріалів, контролю якості, аналізу станів. Крім реєстрації спектрів в стаціонарному і кінетичному режимі підтримуються також різні можливості математичної обробки спектрів, їх порівняння, побудови за спектрами градувальних кривих, визначення концентрацій при однокомпонентному і багатокомпонентному аналізі.[1]

Основними компонентами спектрофотометру є джерело випромінювання, монохроматор та приймальна система, а також можуть використовуватись концентратори у вигляді інтегруючої сфери [2] або еліпсоїдального рефлектору [3,4]. Такі елементи використовують як до так і після досліджуваного об'єкту. В першому випадку вони забезпечують концентрацію випромінювання на об'єкті, а в другому – концентрацію випромінювання після взаємодії з БО на фотоприймачі. Найважливішим елементом спектрофотометра медичного застосування є саме фотоприймач, адже завдяки йому частина випромінювання, що пройшла через об'єкт, поглинається та відбивається. Тому далі буде наведена основна інформація про фотоприймачі, які можна використати в світло-приймальній системі.

### МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ

Метою даної роботи є підвищення ефективності реєстрації слабких оптичних та біомедичних сигналів. Для реєстрації біомедичного сигналу запропоновано використання датчика освітленості на мікросхемі MAX44009 (GY-49). Світловий датчик працює таким чином, що коли на чутливу зону, в нашому випадку це фотоелемент, потрапляє певний рівень світлового випромінювання тоді промені ним фокусуються та йде сигнал на детектор. Аби цей сигнал був створений необхідно, щоб рівень яскравості, який фіксує фотоелемент, був від 0,045 до 188 000 люкс [5].

MAX44009 це датчик, який використовується для замірів рівня освітленості у видимих діапазонах. Працює на базі інтерфейсу I2C, та є цифровим. Даний елемент обраний за рахунок гарних показників, а також тому, що сумісний із використанням портативних приладів. Має вбудований стабілізатор напруги, а для роботи йому необхідно 5В.

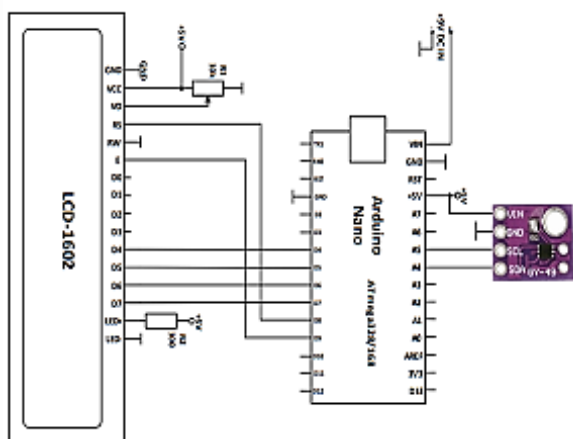
При використанні даного чіпу в умовах штучного освітлення має в своєму арсеналі фільтри інфрачервоного та ультра-фіолетового спектрів, для повної відсутності засвічень при вимірах, за це відповідає також певний модуль адаптивного посилення, що налаштовує необхідний діапазон для збору оптимальних значень. Відкритий сток дозволяє обробляти керуючу логіку із різними напругами живлення [6].

Основні характеристики датчика освітленості GY-49 MAX44009 наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристики датчика освітленості GY-49 MAX44009

Характеристика	Показник
Інтерфейс	I2C0
Діапазон освітленості	0.045 - 188000 Люкс
Динамічний діапазон	22 біт
Живлення	3,3 - 5 V
Розмір плати	2 x 1 см

Для забезпечення вихідних даних у вигляді освітленості та потужності обрано контролер Arduino Nano ATmega168 та дисплей LCD-1602. Схема підключення елементів та загальний вигляд розробленого світлоприймального каналу наведені на рисунку 1.



а)



б)

Рисунок 1. Електрична схема (а) та загальний вигляд (б) світлоприймального каналу

Контролер Arduino Nano ATmega168 використовує схему перетворення I2C та має спеціально написану програму, яка дозволяє отримувати дані сигналу та потужності освітленості. LCD дисплей з синьою підсвіткою для

підключення до Arduino. Має два ряди по 16 символів в кожній. Працює зі стандартною бібліотекою LiquidCrystal з поставки Arduino IDE. Розміри 80x36 мм. Інтерфейс HD44780, необхідне живлення 5 V. Пристрій працює на блоці живлення 9 V.

## ВИСНОВКИ

Запропонована електрична схема підключення обраного датчика реєстрації оптичного сигналу та розроблена на її основі світлоприймальна система біомедичного фотометру дасть змогу реєструвати слабкі біомедичні сигнали виключаючи шумові.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Використання спектрофотометрії УФ-, видимого и ближнього ІЧ-діапазону у судовій медицині та криміналістиці [Електронний ресурс] <https://center-bereg.ru/f1766.html>
- [2] Тучин В. В. Оптична біомедицинська діагностика / Валерій Вікторович Тучин. – Москва: Фізматліт, 2007. Т.1. С. 560. Т.2. С. 368
- [3] "Angular Photometry of Biological Tissue by Ellipsoidal Reflector Method"/ М.А. Bezuglyi, N.V. Bezuglaya, A.V. Ventsuryk, and K.P. Vonsevych, , Devices and Methods of Measurements, vol.10, no. 2, pp. 160 – 168, 2019
- [4] "Control of optical clearing of biological tissue by ellipsoidal reflectors method"/ М.А. Bezuglyi, N.V. Bezuglaya, and A.I. Nagorny, , Microsystems. Electronics and Acoustics, vol.24, no.2, pp. 6 – 13, 2019.
- [5] Датчик освітленості. Принцип роботи та класифікація [Електронний ресурс] [https://www.smarthof.ru/info/datchikosveshheniya%20/#:~:text=Принцип%20работы%20датчиков%20освещенности%20зак%20ключается,реле\)%20и%20направляются%20к%20детектору.&text=Требуемая%20освещенность%2C%20при%20которой%20срабатывает,%2C%20составляет%205%20–%2050%20люкс.](https://www.smarthof.ru/info/datchikosveshheniya%20/#:~:text=Принцип%20работы%20датчиков%20освещенности%20зак%20ключается,реле)%20и%20направляются%20к%20детектору.&text=Требуемая%20освещенность%2C%20при%20которой%20срабатывает,%2C%20составляет%205%20–%2050%20люкс.)
- [6] Датчик освітлення [Електронний ресурс]GY-49 MAX44009 I2C 3.3V <https://arduino.ua/prod2818-datchik-osveshhenosti-gy-49-max44009-i2c-3-3b>

*Наук. керівник – доцент, к.т.н. Безугла Н. В.*